Résumé de thèse

Étude du système de déterminisme du sexe au sein de populations naturelles de tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* : importance des composantes génétiques et environnementales, par Étienne BEZAULT (1).

Thèse de Doctorat en Biodiversité et Génétique évolutive, Université Paris-Sud Orsay, 2005, 268 p., 49 figs, 42 tabs, 328 réfs.

Parmi la grande diversité de systèmes de déterminisme du sexe (SDS) des téléostéens, le SDS complexe et polymorphe du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* (L., 1758), poisson d'intérêt économique majeur, apparaît comme un modèle original alliant des composantes génétique (GSD) et environnementale : la température (TSD). L'objectif de cette thèse est d'étudier le SDS et principalement sa composante environnementale au sein de populations naturelles adaptées à des régimes thermiques différenciés : milieux stables froids (*O. n. cancellatus*) ou chauds (*O. n. filoa*) en Éthiopie, ou fluctuants saisonnièrement au Ghana (*O. n. niloticus*). Ce travail a été mené par des approches expérimentales et moléculaires, en conditions naturelles et contrôlées. L'analyse de la diversité génétique des populations de tilapia du Nil montre clairement une différenciation hiérarchique spatio-temporelle suggérant l'action conjointe de multiples facteurs biotiques et abiotiques. Le testage en descendance de géniteurs sauvages a montré, quel que soit l'environnement thermique d'origine des populations, l'existence d'une GSD complexe, avec prédominance d'un déterminant majeur hétérogamétique (XY), sans exclure la possibilité de multi-allélisme, et l'effet de facteur(s) mineur(s), ainsi que d'une TSD avec de fortes interactions génotype-environnement. De plus l'existence d'individus naturellement inversés (par des facteurs génétiques et/ou environnementaux) est suggérée pour la première fois. L'étude au Ghana des nuages d'alevins de tilapias, stade clé de la différenciation sexuelle, a révélé une composition génétique complexe, à l'échelle interfamiliale mais également interspécifique. L'analyse des conditions de vie des alevins suggère une influence possible de la température sur la différenciation sexuelle pendant les saisons chaudes. Toutefois, aucune relation n'a été observée entre régime thermique et sex-ratio. L'analyse de microsatellites liés au sexe, réalisée sur un large panel d'individus originaires de différentes populations (naturelles et domestiques), a confirmé la grande variabilité des liaisons marqueurs-sexe entre individus, explicable par la sous-estimation des distances génétiques, le multi-allélisme du déterminant majeur, et/ou l'influence de facteurs génétiques supplémentaires. Ceci corrobore l'hypothèse de l'implication de plusieurs segments chromosomiques dans le déterminisme du sexe des tilapias. Les approches expérimentales comme moléculaires semblent concordantes avec le maintien d'un tel système polymorphe mixte GSD-TSD, en accord avec nos résultats théoriques simulés. Ainsi, la thermosensibilité de la différenciation du sexe apparaît être une composante à part entière du système de déterminisme du sexe complexe de cette espèce.

Summary. - Study of the sex determination system in natural populations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Importance of genetic and environmental components.

Within the huge diversity of sex determination systems (SDS) in teleosts, the complex and polymorphic SDS of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L., 1758), a fish of major economic interest, seems to be an original model combining genetic factors (GSD) and environmental influences such as temperature (TSD). The aim of this thesis is to study SDS, particularly the environmental component, within natural populations adapted to differentiated thermal regimes: stable cold (*O. n. cancellatus*) or stable warm environments (*O. n. filoa*) in Ethiopia, or waters with seasonal variations in Ghana (*O. n. niloticus*). This research has been conducted using experimental and molecular approaches, in both controlled and natural conditions. Analysis of the genetic diversity of the Nile tilapia populations clearly shows a spatio-temporal hierarchical differentiation. This suggests a combined effect of multiple biotic and abiotic factors. Progeny testing on wild breeders has shown, regardless of the original thermal environment of the populations, a complex GSD with predominance of a major heterogametic determinant (XY), without excluding the possibility of multi-allelism and the effect of minor factor(s), as well as a TSD with strong genotype-environment interactions. In addition, the existence of individuals that are sex-reversed naturally (by genetic and/or environmental factors) is suggested for the first time. The study in Ghana, using fry shoals (the key stage for sexual differentiation) revealed a complex genetic structure at both the interfamilial and interspecific levels. Analysis of the living conditions of the fry suggested the possible influence of temperature on sex differentiation during the hot season. However, no relationship was observed between the thermal regime and sex ratio. Analysis of sex-linked microsatellites, performed on a large panel of individuals from different populations (natural and domestic), confirmed the considerable variability in the sex-marker linkage between individuals, which can be explained by underestimation of genetic distances, multi-allelism of the major determinant and/or influence of additional genetic factors. This supports the hypothesis of the involvement of several chromosomal segments in sex determination of tilapias. The experimental and molecular approaches seemed to be in agreement with the maintenance of this type of mixed, polymorphic GSD-TSD system, in accordance with our simulated theoretical results. The thermosensitivity of sex differentiation seems to be a real and important component of the complex sex determination system of this species.

Key words. - Cichlidae - Tilapia - Ethiopia - Ghana - Natural populations - Sex determination - Thermosensitivity - Genetic diversity - Genetic structure - Sex-linked markers - Microsatellites - Experimentations - Progeny testing.

(1) UR Aquaculture et gestion des ressource aquatiques, CIRAD-EMVT et Laboratoire de génétique des poissons, INRA, GAMET c/o CEMAGREF, 361 rue J.-F. Breton, BP 5095, 34196 Montpellier CEDEX 5, France. [bezault@cirad.fr] [etienne_bezault@yahoo.fr]